

단결정 성장을 위한 자동화 설비 시스템 개발

(Development of Auto-Equipment System for Single Crystalline growth)

조현섭*

(Hyeon-Seob Cho)

요 약

본 연구는 직류모터를 이용한 단결정 성장제어 시스템의 개발에 관한 것이다. 수동동작에서 샘플링된 매 시간에서의 변위값들을 일련의 명령어로 변환하여 컴퓨터의 제어 신호로서 직류모터의 위치를 조작하여 동작하도록 하는 것이다. 실제 실험에 있어서 기술상의 문제였던 가스의 정밀조정이 가능하였고 조작이 간편하여 사용상의 편리성을 얻을 수 있었다. 또한 자동 가스 조절용 직류모터의 실시간 모니터링 시스템을 연구, 개발함으로써 제품의 품질을 향상 시킬 수 있었고, 단결정 제조 설비의 개발 또한 용이 할 것으로 사료된다.

Abstract

It is a quite quality concerning to control the temperature of single crystalline growth as it does when we get most of heat treating products. It is also important factor to control the temperature when we make the Al₂O₃(single crystalline) used to artificial jewels, glass of watches, and heat resistant transparent glasses. Thus, it is a major interest to get the proper temperature in accordance with the time process while we are making mixture of oxygen and hydrogen to have the right temperature. In this paper, we will study of electrical valve positioning system with DC-Motor for the gas mixture to improve the quality of products.

Key Words : single crystalline, I/O interface circuit

1. 서 론

산업자동화의 고정밀도에 따라 DC모터는 강인하고 정밀한 제어가 요구된다. 이러한 요구에 부응하여 일반적으로 DC모터는 수 많은 제어용 기거나 산업현

장에서 널리 사용되고 있다[1,2]. 인조 보석류나 예물 시계의 유리, 고열 내화용 투명유리 등에 사용되는 단결정(Al₂O₃)은 대다수의 가열·소성 제품과 마찬가지로 그 성장에 있어 가열로 안의 열 제어 즉, 온도의 제어가 제품의 특성과 질적인 향상에 지대한 영향을 끼치게 된다. 따라서 수소와 산소 GAS를 적절히 혼합하여 공정 시간의 경과에 따라 가열로 내의 온도를 최적의 상태로 유지하는 제어가 필수로 요구되어지나 현재 국내는 단결정 제조 기술의 미비로 이러한 고부가가치의 제품을 생산함에 있어서 외국

* 주저자 : 청운대학교 전자공학과 교수
Tel : 041-630-3242, Fax : 041-634-8700
E-mail : chohs@chungwoon.ac.kr
접수일자 : 2002년 1월 10일
1차심사 : 2002년 1월 18일
심사완료 : 2002년 2월 28일

의 생산공정과 기술을 얻어다 쓰고 있는 실정이다. 따라서 보다 향상된 제품의 개발(직경이 확대된 단결정체)에 있어 문제점들이 산재해 있다[3]. 본 논문에서는 이러한 문제점들을 개선하여 단결정의 직경을 확대함으로써 더욱 높은 고부가가치 제품의 생산을 가능하게 하여 수입에 의존해온 설비와 기술을 대체케 하고 나아가 세계수준의 제품을 만들고자한다. 이러한 방편으로 금번에 연구한 가스조정용 전동밸브는 기존에 사용한 압력밸브의 수동 제어 방식을 정밀제어가 용이한 전동밸브의 컴퓨터 조정방식으로 개발함으로써 기술개발에 이바지하고 보다 확대된 단결정의 제조를 가능하게 한다. 여기에 따른 파급효과는 생산성 향상과 수입대체 등의 예상을 가능하게 하며 전체설비의 개발 또한 용이하리라 사료된다.

2. 시스템의 구성

2.1 회로의 구성

본 논문에서 사용되어지는 제작물은 그림1과 같이 크게 4개의 하드웨어 부분과 구동용 소프트웨어로 구성된다.

- (1) COMPUTER I/O INTERFACE CIRCUIT
- (2) A/D CONVERTER CIRCUIT
- (3) COUNTER CIRCUIT
- (4) DC MOTOR DRIVER CIRCUIT

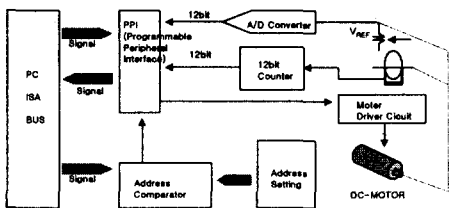


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1. System Configuration

2.1.1 COMPUTER I/O INTERFACE CIRCUIT

컴퓨터와 DC 모터 제어기의 상호 데이터 전송 통로를 이루며 ISA bus상에서 4개의 주소를 사용하는 12비트 I/O장치이다.

그림 2에서 ②로 입력되는 어드레스 값이 ⑥에서 설정한 값과 일치할 경우 ③의 상태는 high에서 low로 변환한다. 이 ③신호는 컴퓨터와 외부 기기와의

입·출력을 담당하는 8255PPI의 CS단자로 인가되어 어드레스가 일치할 경우에만 각종 신호를 입력, 또는 출력할 수 있게 해준다.

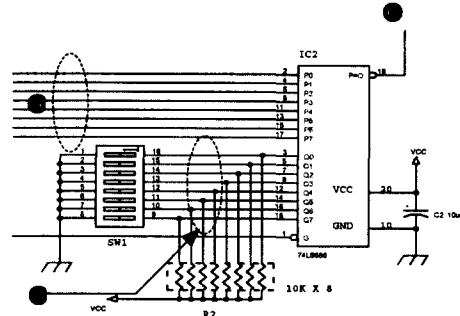


그림 2. 주소 비교측정 회로
Fig. 2. ADDRESS COMPARATOR CIRCUIT

그림 3의 회로는 그림 2에서 출력된 CS(chip select) 신호를 받아서 동작을 개시한다. 외부 기기로부터 입력받을 때는 ③의 RD 단자를 low로 하여 ⑥의 데이터 버스로부터 데이터를 받고 외부 기기로부터 출력할 때는 WR단자를 low로 하여 각 포트로부터 출력한다. 여기서 PA, PB, PC는 소프트웨어적으로 입·출력을 결정할 수 있는데 PA와 PC_L(④)는 카운터를 위한 입력 포트, PB(⑤)는 A/D 컨버터를 위한 포트, PC_H(⑥)는 DC-모터를 제어하는 출력 포트로 사용한다.

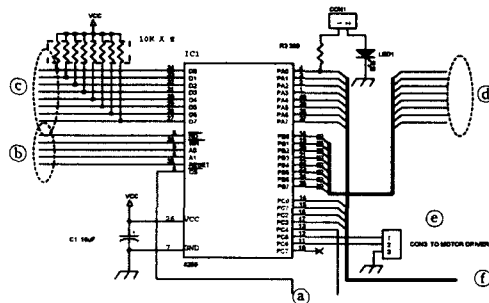


그림 3. 주소 비교측정 회로
Fig. 3. I/O INTERFACE CIRCUIT

2.1.2 A/D CONVERTER CIRCUIT

DC 모터의 현재위치 값을 알기 위하여 아날로그 DC 전압(+5V)를 20[kΩ]의 Potentiometer에 인가하여 각 위치에 대응하는 12bit의 디지털 값을 얻는 장치이다. 샘플링 주파수는 SW3에 의하여 Crystal로 구

성된 비안정 멀티바이브레이터의 발진주파수(645kHz)와 컴퓨터 내부의 발진 주파수를 212 분주한 주파수 중 하나를 선택할 수 있다. +2 A/D 컨버터에 입력되는 전압 값은 D1과 D2 제너 다이오드에 의하여 ± 5.8[V]로 제한되어 과전압 입력으로부터 입력회로를 보호하며, 샘플링된 DC 전압에 해당하는 디지털 값은 8255를 통하여 RD 명령이 떨어질 때 컴퓨터 내부로 입력되어 밸브의 위치정보를 위한 각종자료로 활용되어지며 회로는 그림 4와 같다.

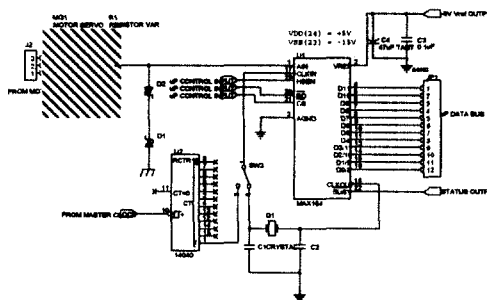


그림 4. A/D 변환 회로
Fig. 4. A/D CONVERTER CIRCUIT

2.1.3 COUNTER CIRCUIT

DC 모터의 이동량과 이동 속도 등을 측정하기 위하여 Photo Interrupter로부터 위치의 변화가 발생할 때마다 펄스 신호를 입력받아 그 수를 12비트 카운터로서 계수하며 회로는 그림 5와 같다.

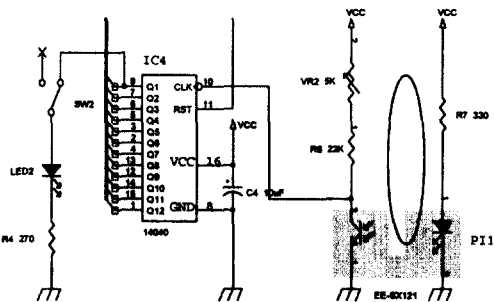


그림 5. 12비트 계수회로
Fig. 5. 12BIT COUNTER CIRCUIT

2.1.4 DC MOTOR DRIVER CIRCUIT

DC 모터를 제어하기 위하여 전력 트랜지스터 드라이버 회로와 각종 동작을 위한 스위치로 구성된 회로로서 그림 6의 SW5를 Manual 위치에 두었을

때에는 작업자에 의한 수동동작을 수행하고 SW5를 Automatic의 위치에 두었을 때에는 컴퓨터 제어에 의한 자동 동작을 수행한다. 먼저 수동동작 과정을 살펴보면 SW5를 Manual 위치에 두고 그림 7의 SW3과 SW4를 On/Off함으로써 모터를 CW 방향과 CCW방향으로 조작할 수 있다. SW3을 On 했을 경우에는 DC 5[V]의 전압이 그림 6의 1[kΩ]을 통하여 Q1의 Base에 인가되어 Q1을 On시켜 K1 Relay를 구동하여 결국 모터를 CCW방향으로 회전하게 한다.

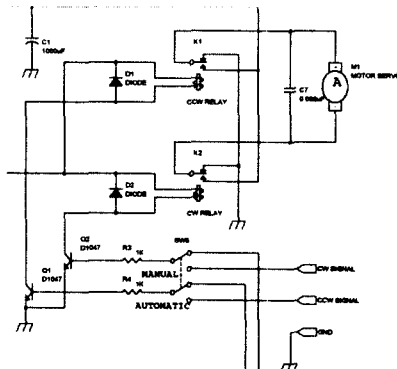


그림 6. DC 모터 DRIVER 회로
Fig. 6. DC MOTOR DRIVER CIRCUIT

마찬가지로 SW4을 On 했을 경우에는 DC 5[V]의 전압이 그림 6의 1[kΩ]을 통하여 Q2의 Base에 인가되어 Q2을 On시켜 K2 릴레이를 구동하여 결국 모터를 CW 방향으로 회전하게 한다. 각각의 SW 조작시마다 가시성을 확보하기 위하여 D3과 D4 LED로서 Display해 준다.

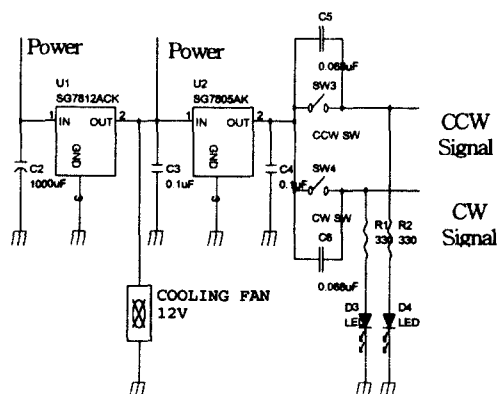


그림 7. DC 모터 DRIVER 회로
Fig. 7. DC MOTOR DRIVER CIRCUIT

작업의 동작중에 컴퓨터는 각각의 시간마다 모터의 변위값을 샘플링하여 A/D 변환후 파일로 저장하게 된다. 다음으로 자동동작을 살펴보면 수동동작에서 샘플링된 매시간에서의 변위 값들을 일련의 명령어로 변환하여 SW5를 Automatic위치에 두었을 때 컴퓨터의 제어신호로 동작하도록 하는 것이다. Computer에서 보내온 CW Signal과 CCW Signal은 수동동작과 같이 각각 Q1, Q2를 On/Off하여, K1, K2를 구동하여 모터의 회전방향을 지시한다.

3. 제어결과 및 고찰

본 연구에서 제작된 12비트 카운터의 A/D 컨버터를 위한 센서는 그림 8과 같고 DC-모터에 장착된 센서 모듈은 그림 9와 같다. 또한 특정부분에 대한 전문가의 지식을 기반으로 하여 오차의 범위에 따른 적절한 제어값을 보상함으로써 오차의 범위를 효과적으로 제한하였고 그림 10에서 볼 수 있듯이 컴퓨터 인터페이스 카드를 이용하여 부하의 변화에 대한 특성에 있어서 매우 강인함을 보인다. 본 연구에서 제작물의 최종 목표는 밸브의 위치를 조정하여 작업 공정을 반복 수행하도록 하는 것으로서 이는 숙련된 작업자의 가장 이상적인 작업과정을 샘플링하여 추종 제어하는 것이라 할 수 있다. 따라서, 본 제작물은 전 작업공정(약 8시간 18분 소요)에서의 모터의 변위 값을 파일로 저장하였다가 반복 수행하도록 하였다. 제안된 제어기의 성능은 그림 11과 같이 직경이 확대된 단결정체를 실제 산업현장에 적용을 통해 성능을 확인할 수 있었으며, 그 결과 밸브위치의 정확도가 $\pm 2^\circ$, 최종 작업종료시간은 ± 15 분을 가질 수 있었다.

4. 결 론

본 논문에서는 정밀 제어가 요구되는 자동화 공정에서 수동동작의 특성으로 인한 제어의 문제를 개선하여 효율적인 제어성능을 보장할 수 있도록 단결정 성장장치의 자동화 시스템을 제안하였다. 본 연구의 목적은 수동동작에서 샘플링된 매 시간에서의 변위 값들을 일련의 명령어로 변환하여 컴퓨터의 제어 신호로서 DC 모터의 위치를 조작하여 동작하도록 하는 것이다. 실제 실험에 있어서 기술상의 문제였던 가스

의 정밀조정이 가능하였고 조작이 간편하여 사용상의 편리성을 얻을수 있었다. 따라서 앞으로의 실험을 통하여 단결정의 직경의 확대가 가능하며 제품개발의 성과를 얻을 것임을 확신한다.

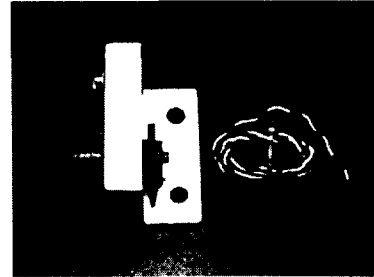


그림 8. 12Bit Counter의 A/D Converter를 위한 센서

Fig. 8. Sensor for A/D Converter of 12Bit Counter

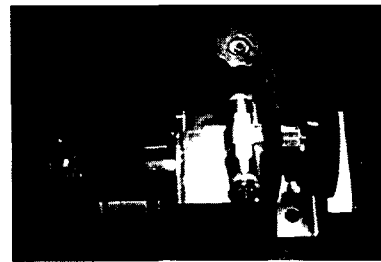


그림 9. DC 모터에 장착된 센서 모듈

Fig. 9. Sensor Module for Composition of DC motor

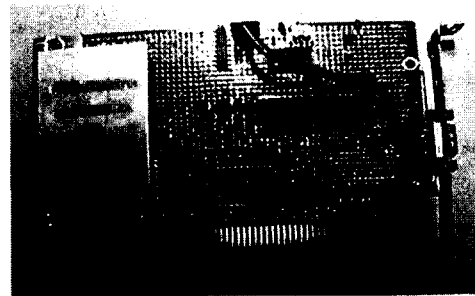


그림 10. DC 모터 제어를 위한 컴퓨터 인터페이스 카드

Fig. 10. Computer interface card for DC motor Control



그림 11. 단결정 성장 비교
Fig. 11. Single Crystalline growth comparison

본 연구는 2002년도 청운대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 수행되었음.

◇ 저자소개 ◇

조 현 섭 (趙賢燮)

1965년 3월 15일생. 1990.2 원광대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1992.2 원광대학교 공과대학 전기공학과(석사). 1996. 2 원광대학교 공과대학 전기공학과(박사). 1996.1~1997.6 Department of Electrical and Computer Engineering, University of California Irvine(UCI) 연구원. 1998.1~현재 한국전력기술인협회 고급감리원(전력감리원). 1998.10~현재 중소기업청 기술경쟁력 평가위원. 1997.3~현재 청운대학교 조교수.

References

- (1) Howard Kaufman, Izhak Bar-Kana and Kenneth Sobel, "Direct Adaptive Control Algorithms, Springer-Verlag, 1994.
- (2) B. C. Kuo, Automatic Control Systems, Prentice-Hall, 1991.
- (3) C. Canudas De Wit, N. Fixot, "Robot Control Via Robust State Estimated Feedback," IEEE Trans, Automatic Control, Vol.36, No.12, pp.1497-1501, Dec, 1991.
- (4) Robert H. Bishop, Modern Control Systems Analysis and Design Using MATLAB, Addison-Wesley Publishing Company.
- (5) Witold Pedrycz, Fuzzy Control and Fuzzy Systems, Research Studies Press Ltd.
- (6) Peter Norten, "C++ Programming", 1993.
- (7) S. R. Ahuja, et al., "The Rapport Multimedia Conferencing System: A Software Overview", Proc. of 2nd IEEE Conference on Computer Workstations, pp.52-58, March, 1988.
- (8) W. Reinhard et al., "CSCW Tools: Concepts and Architecture", IEEE Computer, Vol. 27, No. 5, pp.28-36, May, 1994.